

Enseñanza de la química como base para otras carreras (Agronomía)

**Título: Contextualizar los contenidos de química en la profesión del futuro Ingeniero Agrónomo y/o Forestal es una herramienta válida de motivación**

Lorenza Costa\*, Vanesa Ixtaina, Paula Villabrille, Agustina Buet, María José Zaro, Nadia Rolny, Sebastián De Luca y Patricia Rivas.

Curso de Análisis Químico, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, calle 60 y 119, La Plata, Prov. Buenos Aires, Argentina.

E-mail: [lorenzacosta@agro.unlp.edu.ar](mailto:lorenzacosta@agro.unlp.edu.ar)

## **Resumen**

La química es indispensable para comprender temas agronómicos y forestales, sin embargo los alumnos en los primeros años de la carrera no visualizan este concepto. En el curso de Análisis Químico de la FCAYF de UNLP utilizamos una metodología de enseñanza basada en la “contextualización de la química en la actividad profesional”. Motivamos a los alumnos utilizando en los trabajos prácticos y las pasantías aplicaciones agronómicas y forestales. En los últimos años se han realizado 12 Trabajos Finales de Carrera en nuestro curso.

**Palabras claves:** agronomía, análisis químico, motivación, pasantías, trabajos finales

## **Introducción**

Enseñar química a los alumnos de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAYF) es un desafío para el que los docentes debemos prepararnos. Uno de los problemas más significativos que encontramos es despertar el interés de los alumnos hacia una disciplina que poco tuvo que ver en la elección de la carrera a seguir (1). Quienes deciden estudiar en la FCAYF tienen sus expectativas centradas en el trabajo de campo, sin dimensionar la estrecha vinculación entre el conocimiento de las ciencias básicas y su formación profesional (2). Si analizamos los planes de estudio de las Carreras de Agronomía de diversas Universidades de Argentina, veremos que en todos ellos las asignaturas básicas aparecen en los primeros años y, a partir del segundo comienzan las materias básico-aplicadas y aplicadas que supuestamente son más atractivas para los alumnos, debido a su fuerte orientación profesional (3).

Si bien la química es una herramienta indispensable para comprender temáticas agronómicas simples y complejas, los alumnos de los primeros años de la carrera no visualizan este concepto. Por ejemplo, las transformaciones que se producen durante el

almacenamiento de maíz en un silo-bolsa, los procesos de fermentación involucrados en diversos procesos agroindustriales, la conversión de los kilos de forraje en kilos de carne o las transformaciones de la madera, son procesos que requieren conocimientos de química, bioquímica y física para interpretarlos cabalmente. Es necesario incrementar la motivación de los alumnos para lograr un aprendizaje significativo de química en los primeros años de la carrera y un camino válido es poner en evidencia las relaciones interdisciplinarias existentes para contextualizar los contenidos (4).

Una estrategia indispensable para lograr la adecuada contextualización de los contenidos de química, es modificar la actitud de los docentes de Química de los primeros años de las carreras de Ciencias Agrarias y Forestales, quienes en su mayoría somos profesionales de carreras vinculadas a las Ciencias Básicas (Químicos y Bioquímicos). A través de nuestra metodología de enseñanza debemos lograr que los alumnos visualicen la relevancia de la química para su formación profesional. Si realizamos un profundo análisis del programa de las carreras de la FCAyF de la UNLP, encontramos contenidos de las materias básicas abordados con diferentes grados de complejidad en muchas de las materias de “orientación profesional” (Tabla 1). Para lograr que el aprendizaje de química sea significativo y relevante, el cuerpo docente de la disciplina básica debe procurar conocer los contenidos de las asignaturas avanzadas de la carrera ya que es allí donde obtendremos recursos concretos para despertar el interés de los alumnos (3).

Nombre del curso	Carrera a la que pertenece	Marco curricular (año)	Contenidos abordados relacionados con química
Microbiología Agrícola	A y F	Segundo	Metabolismo (Fotosíntesis. Respiración aeróbica y anaeróbica. Fermentaciones). Técnicas de esterilización. Metabolismo del carbono y nitrógeno. Bacterias en el agua y en la leche. Cultivo de microorganismos. Caracterización de microorganismos.
Introducción a la Producción Animal	A	Segundo	Nutrición Animal. Componentes de los alimentos. Metabolismo en rumiantes y no rumiantes.
Genética	A y F	Tercero	Estructura de los ácidos nucleicos. ADN replicación: enzimas implicadas. Genética Molecular: Síntesis de proteínas. ARNm, ARNt, ARNr, síntesis y funciones. Marcadores moleculares y bioquímicos. Proteínas y enzimas, RFLPs, RAPDs, microsatélites y minisatélites.
Producción Animal I	A	Tercero	Alimentación del lechón: calostro, leche, iniciadores. Nutrición del cerdo en post destete, crecimiento y desarrollo. Apicultura. Manejo nutricional: reservas de hidratos de carbono y proteínas. Toxicidad de plaguicidas para la abeja.
Fisiología Vegetal	A y F	Tercero	Nutrición mineral. Fertirrigación. Economía del carbono. Uso de reguladores en cultivos extensivos, intensivos, pasturas y forestales.
Edafología	A y F	Tercero	Materiales originarios del suelo: estructura de los minerales primarios. Materia orgánica del suelo. Físico-química de suelos. Propiedades químicas del suelo: reacción, medida de acidez, pH. Fertilidad y nutrientes.
Fitopatología	A y F	Tercero	Mecanismos de defensa de los vegetales; resistencias pasiva y activa.
Xilotecnología	F	Tercero	Preservación de la madera: sustancias preservantes.
Agroecología	A	Cuarto	Componentes y propiedades de los ecosistemas: ciclo de los nutrientes. Ciclos biogeoquímicos. La energía en los ecosistemas y agroecosistemas.
Manejo y Conservación de Suelos	A	Cuarto	Manejo de suelos ácidos, salinos, alcalinos y anegables: acidez y salinidad. Fertilidad química. Fertilizantes. Manejo de la materia orgánica.
Riego y Drenaje	A y F	Cuarto	Riego: calidad del agua para riego. Mejoramiento de la calidad del agua para riego.
Forrajicultura y Praticultura	A	Cuarto	Recursos forrajeros. Efecto de la calidad (composición química) de la pastura sobre el comportamiento ingestivo del animal.

Cerealicultura	A	Cuarto	Fertilización. Trigo: características fisicoquímicas del grano. Calidad de productos y subproductos en relación a características genéticas, agroecológicas y culturales. Incidencia de estos factores sobre las proteínas, gluten, variables reológicas y calidad panadera.
Oleaginosas y Cultivos regionales	A	Cuarto	Obtención de materias primas (aceites, sacarosa, fibras, hojas, brotes, semillas, aceites esenciales). Poscosecha, calidad de grano. Industrialización y calidad del producto proveniente de sacaríferas, textiles, estimulantes, narcóticas, aromáticas y medicinales
Producción Animal II	A	Quinto	Suplementación con concentrados energéticos, concentrados proteicos, aditivos. Tablas de composición de alimentos. Producción de leche bovina: síntesis de los principales componentes de la leche. Composición de la dieta. Energía, fibra y proteínas. Calidad de leche. Comercialización de la leche: sistemas de pago.
Horticultura y Floricultura	A	Quinto	Cambios fisicoquímicos durante la maduración, índices de madurez. Poscosecha y calidad de hortalizas
Fruticultura	A	Quinto	Índices de cosecha: Índices de sólidos solubles, índice de almidón, índice de acidez total titulable. Cambios ocurridos en los frutos durante la etapa de maduración. Proceso de maduración
Terapéutica Vegetal	A	Quinto	Control químico de plagas: Formulaciones. Determinaciones de calidad. Grandes grupos de insecticidas, herbicidas, funguicidas, productos varios. Toxicología: concepto de depósito y residuo. Fijación de tiempos de carencia. Concepto de dosis y concentración de aplicación.
Introducción a la Dasonomía	A	Quinto	Transformación química de la madera: industria celulósico-papelera (producción de pasta química)
Agroindustrias	A	Quinto	Análisis fisicoquímicos de las materias primas. Fermentaciones (alcohólica, láctica y acética). Envases y aditivos (radiaciones y conservantes). Cadenas de origen animal (láctea, cárnica) y vegetal (farináceos, oleaginosas, frutas y hortalizas)
Industrias de la Transformación Química	F	Quinto	Química de la madera: composición elemental. Biomasa como fuente de energía. Productos forestales no madereros (Taninos, Furfural, Resinas, aceites esenciales). Pulpa de madera. Pasta mecánica. Pulpas semiquímicas. Pulpas químicas.
Protección Forestal	F	Quinto	Deterioro fúngico de la madera. Terapéutica Forestal.

Tabla 1- Relación de las químicas básicas (General e Inorgánica, Orgánica, Análisis Químico, Bioquímica y Fitoquímica) con materias básico-agronómicas y aplicadas de las carreras de Ingeniería Agronómica (A) y Forestal (F).

En línea con esta estrategia, los docentes de Análisis Químico (AQ), hemos organizado los contenidos del curso en base a aplicaciones agronómicas y/o forestales concretas. Adicionalmente desde el año 2005, en el marco del reglamento vigente para los alumnos de ambas carreras (5) hemos implementado diversos temas de trabajo en la modalidad de pasantías, las que nos permiten profundizar los temas estudiados en el curso obligatorio utilizando el mismo criterio (aplicaciones agronómicas y/o forestales). Relacionar la ciencia con la vida cotidiana de los estudiantes y con su futuro personal, profesional y social son las características de la enseñanza basada en la contextualización de la ciencia (6). Dentro de esta metodología podemos describir dos maneras de trabajar: 1- a partir de los conceptos se interpreta y se explica el contexto, y 2- se parte del contexto para introducir y desarrollar los conceptos y modelos (6). En base a lo expuesto podemos afirmar que nuestra metodología de la enseñanza se basa en la “contextualización de la química utilizando como contexto la actividad profesional del Ingeniero Agrónomo o Forestal”.

Luego de varios años de trabajo utilizando esta metodología, 13 años para el curso obligatorio (desde el año 2001) y 9 años para las pasantías (desde el año 2005), podemos

demostrar que hemos logrado un cambio en la percepción de la química por parte de nuestros alumnos, basándonos en el hecho de que consideran a las materias básicas como una opción para realizar su Trabajo Final de Carrera (Tesina), lo que genera sorpresa en la comunidad educativa a la que pertenecemos.

## **2- Estrategias utilizadas para contextualizar la química en el campo profesional**

### **2.1- El curso obligatorio: Análisis Químico**

El curso de AQ es una materia del segundo año de ambas carreras de la FCAyF de la UNLP. De acuerdo al plan de estudios vigente (5) los objetivos del curso son que los alumnos: construyan un marco conceptual y criterios de análisis para la resolución de problemas específicos de química analítica; desarrollen las habilidades que les permitan entrenarse en las técnicas básicas de AQ; comprendan el fundamento de los métodos instrumentales de uso corriente; interpreten los datos obtenidos en el laboratorio; evalúen comparativamente la selectividad y la sensibilidad de los métodos de análisis lo que les permitirá desarrollar una visión crítica para seleccionar la técnica adecuada en cada caso; valoren el rol y la utilidad de los análisis químicos dentro de las Ciencias Agrarias y Forestales.

La organización del curso de AQ tiene dos características distintivas necesarias para lograr estos objetivos: 1- El desarrollo del curso se basa en una modalidad teórico-práctica orientada a la realización de trabajos en el laboratorio organizados de modo que los alumnos trabajen en grupos pequeños. 2- Los trabajos que se realizan en el laboratorio son aplicaciones agronómicas y/o forestales de los métodos estudiados.

Los contenidos programáticos se desarrollan a través de clases teóricas en las que el profesor explica los fundamentos de cada tema, a continuación se realiza un trabajo práctico el que, para la mayoría de los contenidos programáticos, es una actividad en el laboratorio llevada a cabo por el alumno. Mencionamos algunos ejemplos: luego de la clase de volumetría ácido-base los alumnos efectúan la determinación de la acidez en muestras de leche y vinagre; a continuación de la clase de volumetría de óxido-reducción determinan el contenido de materia orgánica en el suelo; acompañando las clases teóricas de espectrofotometría de absorción y de emisión, los alumnos realizan la determinación de fósforo en un fertilizante y de sodio en una muestra de agua, respectivamente; para el caso de cromatografía se lleva a cabo en el laboratorio una cromatografía de intercambio iónico para ablandar el agua. Las últimas clases de laboratorio, están destinadas a lo que denominamos el "Trabajo de Integración", que consiste en el análisis de una muestra de agua. Para ello se invita a los alumnos a elegir una muestra que les interese analizar por alguna razón y la traigan al laboratorio para desarrollar su trabajo de Integración (agua de consumo en un campo, agua de red de su pueblo de origen, agua de un río, etc.).

### **2.2- Las actividades optativas: Pasantías**

En el marco institucional existen las actividades optativas como parte de la formación de grado de los alumnos, modalidad que nos permite complementar la

formación de los alumnos en los temas relacionados a AQ. De acuerdo al programa de las carreras de la FCAyF, entre los propósitos de la formación optativa podemos mencionar: favorecer la profundización, actualización o complementación de la formación de grado, intensificar o ampliar la formación agropecuaria y forestal sin aumentar la duración de la carrera, afianzar la madurez del alumno mediante el ejercicio de la libertad y responsabilidad de elegir la orientación de una parte de su formación, incorporar contenidos y problemáticas emergentes de relevancia para la formación profesional. En el caso particular de AQ, las pasantías tienen como objetivo principal que los alumnos realicen el análisis completo de una muestra, la que en realidad es utilizada como una herramienta concreta para fortalecer conocimientos sobre nociones elementales de química básica y aplicada, a la vez que los alumnos desarrollan habilidades para desenvolverse en un laboratorio (7).

### **2.3- El cuerpo docente y sus actividades profesionales**

El cuerpo docente del curso de AQ está conformado por tres Ingenieros Agrónomos, dos Químicos, dos Bioquímicos y un Biotecnólogo. Desde el año 2001 se mantiene una conformación similar, en la que cerca del 40% de los docentes son Ingenieros Agrónomos o Forestales. La presencia de estos profesionales ha sido y es sumamente valiosa para fomentar en la misma cátedra la conexión continua y permanente entre las disciplinas básicas y las actividades profesionales vinculadas a estas carreras. Sumado a este hecho, los docentes del curso cuya formación de grado está estrechamente vinculada con la Química, realizan actividades de investigación o extensión en el área de las Ciencias Agrarias y Forestales (Fisiología Vegetal, Tecnología de Alimentos, Síntesis química de bajo impacto ambiental, Industrias de la Madera). Dadas las características descriptas del equipo docente de AQ, es fácil deducir que las posibilidades de generar actividades que permitan contextualizar los conceptos de química en la profesión de los Ingenieros Agrónomos o Forestales son muy factibles.

### **3-Resultados**

Durante el período 2005-2014 se han realizado diez pasantías con diferentes temáticas en nuestro curso, algunas de las cuales se han repetido en distintos años. Hemos recibido un total de 48 pasantes repartidos entre los diferentes temas de trabajo a lo largo de este período (Tabla 2 y Figura 1). La documentación completa de las pasantías se puede obtener en sus respectivos expedientes en la FCAyF de la UNLP. Si bien se observa un máximo de pasantes entre los años 2009 y 2011, podemos destacar que a partir del 2008 se reciben al menos cuatro pasantes por año en nuestro curso.

La Tabla 3 muestra los Trabajos Finales de Carrera (Tesina) que han realizado los alumnos de la FCAyF en el curso de AQ. Aproximadamente el 50 % de los alumnos que llevaron a cabo su Tesina en AQ, estuvieron vinculados previamente al curso mediante una pasantía. El resto de los alumnos se acercaron al curso cuando decidieron iniciar la Tesina, pero generalmente habían desarrollado actividades en el laboratorio vinculadas a pasantías realizadas en otras materias.

Título de la pasantía	año	N° de alumnos
Participación del óxido nítrico en la respuesta a restricción de fósforo en plantas de trigo	2014	1
Aplicación de métodos analíticos al estudio de la senescencia de hojas	2010	2
	2011	2
	2012	1
	2013	3
	2014	3
Análisis de la composición físico-química de un vino	2006	1
	2008	4
	2009	2
	2010	2
	2012	1
Evaluación de distintos métodos de fertilización a través del análisis foliar en cítricos	2007	2
Análisis físico-químico de distintos tipos de cervezas comerciales	2010	1
Análisis de miel	2005	1
Análisis de aceites	2005	1
Análisis del contenido de Ca desde el sustrato al vegetal (lechuga)	2007	1
Composición química de la madera de Populus deltoides australia 129-60 a dos alturas del fuste comercial en el delta de la provincia de Buenos Aires	2009	5
Introducción a los métodos analíticos de laboratorio: Análisis de agua	2010	4
	2011	6
	2012	2
	2013	3

Tabla 2- Pasantías realizadas en el curso de Análisis Químico de la FCyF de la UNLP

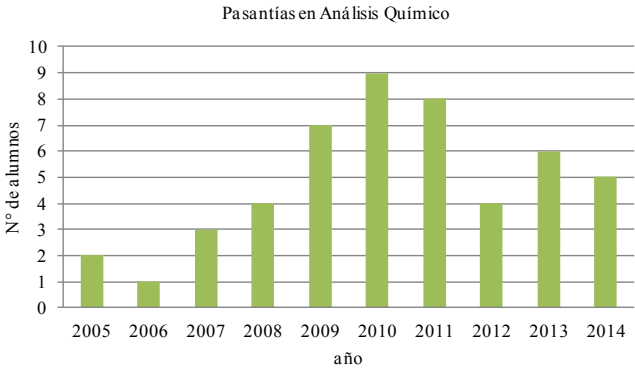


Figura 1- Número de alumnos que realizaron pasantías en el curso de Análisis Químico en función de los años.

Título del trabajo final de carrera	Año
Estudio de los cambios químicos originados por la degradación fúngica en maderas de Pinus taeda y Populus deltoides cv Stoneville 66 sometidas a procesos de degradación acelerada en laboratorio.	2006
Análisis del metabolismo de nitrógeno durante la senescencia de hojas de Cebada	2008
Recuperación de la caracterización regional de los vinos Argentinos. Aislamiento selección y multiplicación de levaduras autóctonas de la provincia de Mendoza	2010
Análisis del metabolismo de proteínas durante la senescencia de hojas de maíz	2012
Efecto del momento de aplicación de un fertilizante nitrogenado sobre la senescencia de hojas y la acumulación de proteínas en los granos de cebada	2012
Efecto del déficit hídrico por sequía sobre el metabolismo de nitrógeno durante la senescencia de la hoja bandera de cebada	2012
Estrategias que modifican las condiciones ambientales durante el cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L) en invernáculo para prevenir el desarrollo de “tip burn”	2014
Calidad de mieles comercializadas en el casco urbano de la ciudad de La Plata	2014
Comparación mediante análisis químicos de dos vinos de variedad Malbec de distinto <i>terroir</i> en Argentina	2014
Calidad de agua para la aplicación de fitosanitarios en producciones hortícolas de La Plata, Berazategui y Bafio	2014
Caracterización del agua de riego en el cinturón hortícola de La Plata	2014
Fertilización fosforada de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) en el oeste de Buenos Aires.	2014

Tabla 3- Trabajos finales realizados en el curso de Análisis Químico

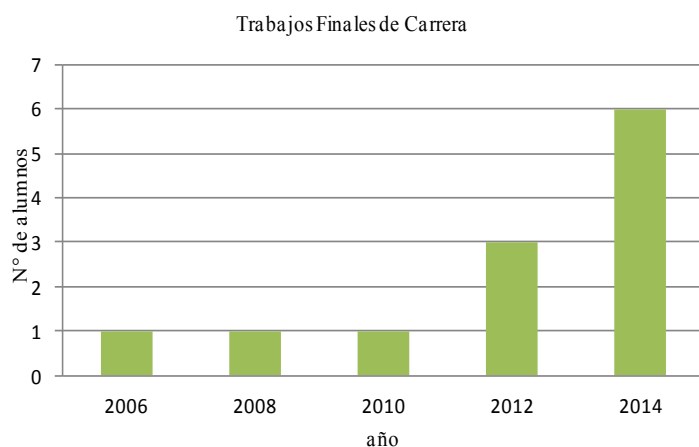


Figura 2- Trabajos Finales de Carrera realizados en el curso de Análisis Químico en función de los años

#### 4-Reflexiones finales y propuestas a futuro:

La metodología de enseñanza basada en la “contextualización de la química en el campo profesional”, nos permitió atraer la atención de los alumnos hacia el análisis químico. La interacción de los docentes de Química con los responsables del dictado de asignaturas avanzadas a través de la realización de trabajos finales de carrera, la planificación de actividades conjuntas e inclusive la discusión de aspectos ligados a los proyectos de investigación científica que se lleven a cabo dentro del ámbito de la FCAYF serían actividades que pueden contribuir a una mayor integración de conocimientos sobre química y facilitarían un aprendizaje significativo de química en el alumnado.

Sin embargo, es muy importante destacar que esta metodología, en la que privilegiamos la motivación, no debe llevarnos a disminuir la calidad de la enseñanza de las ciencias básicas, ya que más allá de las aplicaciones los contenidos deben ser realmente comprendidos por parte del alumno si se espera que avance en su carrera con una adecuada formación profesional. Nunca debemos olvidar que no se puede aplicar con buen criterio lo que no se conoce.

#### 5-Bibliografía

- 1- Vázquez A., Manassero Mas M.A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas. Vol. 29 N°1.
- 2- Puppo C. (2012). La química en contexto agropecuario: un desafío. IV Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias.
- 3- Farias N. y Baschini M. (2003). La importancia de los conocimientos de química en la formación del ingeniero agrónomo. Educación Química N° 14 (1), pp 26-30.
- 4- Pozo Municio, J.I y Gómez Crespo M.A. (1998). Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Ediciones Morata, Madrid.
- 5- RESOLUCIÓN CA 007/06, según expediente 200-1.534/05, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

6- Caamaño A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. En *Didáctica de las Ciencias Experimentales, Alambique*. N° 69, pp. 21-34.

7- Castagnasso, H.; Costa, L.; Vicente, A, De Luca, S.; Cobas, A.; Faustino, L.; Tello Najul, R.; Rivas P. I.11 Incorporando la Química Analítica en el campo agronómico y forestal, en Galussi, A. A.; Moya, M. E. y Lallana, M. del C. (comp.) (2010). *Del aula al campo, el desafío cotidiano*. Paraná: Eduner, v.1, Área I: Docencia: educación continua y a distancia, experiencias áulicas, p. 227 - 236.